طرق المكافحة الوقائية الزراعية

يرتبط وجود الآفات الزراعية المختلفة وتمكنها من مهاجمة المزروعات وإحداث الإصابة ووقوع الأضرار بتوفر ظروف بيئية ملائمة لها وبتوفر النباتات بأطوار مناسبة لنمو وتطور الآفات.

يمكن استغلال هذه العلاقة في حماية المزروعات من الإصابة بالآفات الزراعية المختلفة بجعل التوافق بين النبات والآفة في حده الأدنى أو بإحداث تغيير في الظروف البيئية المحيطة وجعلها غير ملائمة لحدوث الإصابة.

بالرغم من اختلاف طرائق الوقاية للآفات الزراعية حسب المسبب المرضي والعائل والعلاقة الموجودة بين النبات والآفة، يوجد عدد من الطرائق الرئيسية وهي مشتركة عند مكافحة مجموعة من الآفات، وقبل استعراض الطرائق الزراعية المتبعة في المكافحة لا بد من الإشارة لبعض العوامل المساعدة على اختيار الطريقة المثلى لمكافحة آفة وأهم هذه العوامل:

- معرفة دورة حياة الآفة وعدد الأجيال خلال الموسم الزراعي.

- معرفة العوامل الأساسية والثانوية المحددة أو المساعدة على نمو وتكاثر الآفة.

- معرفة طريقة حدوث العدوى الأولية والثانوية.

- التعرف على العوائل الرئيسية والثانوية للآفة على مدى السنة ووجود هذه العوائل في المنطقة.

ومن أهم الطرائق الوقائية الزراعية الممكن الاعتماد عليها في مكافحة الآفات نذكر ما يلي:

1- النظافة العامة في الحقل والبستان ومستودعات تخزين المحاصيل:

يعد التخلص من بقايا النباتات إجراء وقائي مهم في مكافحة الكثير من الممرضات والحشرات أيضاً لأن هذه البقايا تحتوي على المكونات الأساسية للآفة والمساعدة على حدوث العدوى في محصول الموسم التالي. لذلك يجب التخلص من بقايا المحاصيل المزروعة سابقاً وإزالة الأجزاء المصابة من الأشجار واستبعاد النباتات شديدة الإصابة بالإضافة إلى التخلص من الأعشاب الموجودة في الحقول وعلى أطراف البساتين والطرقات وأقنية الري.

2- اختيار التربة المناسبة:

يجب أن نحرص عند اختيار التربة لزراعة محصول معين بأن تكون ملائمة لنموه وتؤمن له حاجاته الغذائية وبنفس الوقت غير ملائمة لتكاثر ونمو الآفات التي تصيب هذا المحصول فزراعة البطاطا في تربة حامضية تزيد من الإصابة بمرض الجرب المسحوقي الناتج عن *Spongospora subterranea* وعلى العكس من التربة القلوية التي تحد من الإصابة، كما أن التربة المتعادلة أو القلوية تمنع الإصابة بمرض الجذور الصولجاني الناتج عن الفطر *Plasmodiophora brassicae* على نباتات العائلة الصليبية.

3- الحراثة والعزيق:

تهدف حراث التربة أو عزقها إلى التأثير المباشر على دورة حياة الحشرات حيث تعمل الحراثة على التخلص من الآفات بشكل ميكانيكي وذلك بقتل الآفات الموجودة في التربة، أو بشكل فيزيائي عن طريق تعريض الآفات إلى العوامل الجوية كالحرارة والبرودة وأشعة الشمس، أو بشكل حيوي بتعريض الآفات لأعدائها كالمفترسات. ومن فوائد الحراثة التخلص من الأعشاب الضارة التي تنافس المحصول على الهواء والماء والغذاء كما أنها تعد مأوى للآفات كونها تشكل عوائل بديلة لعدد كبير من الفطريات والبكتريا والحشرات والأكاروسات وخاصة عند غياب المحصول.

4- تنظيم التسميد:

يعد التسميد عاملاً محدداً للإصابة بعدد كبير من الآفات الزراعية، لذلك يجب أن يكون التسميد بشكل متوازن للعناصر الثلاثة آزوت وفوسفور وبوتاسيوم، إذ يؤدي زيادة التسميد الآزوتي مثلاً إلى زيادة حساسية معظم النباتات للإصابة بالأمراض الفطرية والبكتيرية وتصبح الأوراق غضة ومفضلة من قبل حشرات ديدان الأوراق والنطاطات، ومن جهة أخرى تؤدي زيادة التسميد الآزوتي إلى تأخير النضج مما يعرض لوزات القطن للإصابة بديدان اللوز في نهاية الموسم. كما أن التسميد الفوسفوري والبوتاسي يساعد النبات على مقاومة الأمراض الفطرية والبكتيرية التي تصيب الأوعية الخشبية حيث أن هذين العنصرين يدخلان في التفاعلات الحيوية للنبات لإنتاج مواد بكتينية جديدة تتوضع في جدر الخلايا الوعائية وتتصف هذه المواد بأنها أكثر مقاومة لتأثير أنزيمات الفطريات المحللة لمادة البكتين فلا تتحلل الجدر الوعائية وبالتالي يصبح النبات أكثر مقاومة لهذه الأمراض ويشير البعض إلى أن التسميد الفوسفوري يسبب زيادة حموضة العصارة النباتية وبالتالي إبعاد الكثير من الآفات، والتسميد مهم أيضاً في مكافحة الحشرات فالتسميد الجيد يعطي أشجاراً قوية لا تهاجم من قبل حفارات الساق وخاصة خنافس القلف.

للتسميد العضوي دور مهم في مكافحة الآفات فالتسميد العضوي في الأراضي الرملية يحمي المحاصيل من الإصابة بالنيماتودا ولكن يجب أن يكون السماد العضوي متخمراً بشكل جيد فالسماد غير المتخمر يمكن أن يحتوي على الأطوار الساكنة للفطريات والحشرات وبذور الأعشاب.

5- زراعة أجزاء نباتية سليمة:

يجب أن تلقى عملية اختيار البذور والعقل والدرنات أهمية فائقة من قبل المزارع وخاصة التأكد من خلوها من الإصابة بالآفات الزراعية.

6- تغيير موعد الزراعة واعتماد أصناف نباتية مبكرة أو متأخرة:

"كسر التزامن" هو استراتيجية زراعية وقائية تعتمد على تعديل موعد الزراعة بحيث تنمو النباتات في فترة تختلف عن فترة الذروة الموسمية لنشاط الآفة، مما يسمح للمحصول بـ "الهروب" من الإصابة.

ومن أهم شروط نجاح استراتيجية كسر التزامن فهم دورة حياة الآفة، ومعرفة الأطوار الحساسة للمحصول، واختبار مواعيد متعددة للزراعة في المناطق الموبوءة بآفة معينة، ومراعاة الإنتاجية.

من أهم آليات كسر التزامن تجنب ذروة ظهور الآفة عن طريق زراعة المحصول قبل أو بعد فترة النشاط الأقصى للآفة، وتفادي الأطوار الحساسة للنبات للآفة عن طريق جعل الأطوار الحساسة للمحصول (التزهير، العقد) تحدث خارج ذروة نشاط الآفة.

7- زراعة النباتات الصائدة والنباتات الخادعة:

تهدف طريقة زراعة النباتات الصائدة إلى إجبار الآفة على التطفل على نبات مزروع لهذه الغاية والقضاء على هذا النبات والآفة قبل أن تتمكن من مهاجمة المحصول الأساسي.

إن زراعة النباتات الصائدة مثل زراعة نباتات الذرة بترتيب معين في حقول القصب يشكل مصيدة للثاقبات التي تنجذب وتتجمع على نباتات الذرة ثم يتم جمعها وإتلافها مع ما تحتويه من الحشرات.

أما النباتات الخادعة فهي غير قابلة للإصابة بالآفة ولكنها تشجع تطورها وتستخدم هذه التقنية في مكافحة الأعشاب الطفيلية فعلى سبيل المثال يعد نبات الكتان من أهم النباتات المستخدمة كعائل كاذب في القضاء على بذور الهالوك قبل زراعة المحصول الاقتصادي كالبندورة.

8- الدورة الزراعية:

تشكل الدورة الزراعية عاملاً مهماً في خفض الإصابة بالآفات الزراعية المختلفة وقد تكون الحل الحاسم بدون منافس عند مكافحة الآفات وحيدة العائل والتي لا تستطيع التطفل على نباتات أخرى عند غياب عائلها الوحيد وبخاصة الآفات المتميزة بنموها البطيء وعجزها عن الهجرة والانتشار.

9- التحكم بماء الري:

يمكن الاعتماد على ماء الري للتغلب على الإصابة بعدد من الآفات فينصح بعدم ري بساتين الحمضيات بطريقة الغمر لتفادي الإصابة بمرض التصمغ وعلى العكس يجب تطويف التربة لمكافحة النيماتودا وبعض آفات التربة الأخرى كالخلد والحالوش، ولكن من مساوئ هذه الطريقة صعوبة توفير كمية كبيرة من الماء خلال فترة التطويف الطويلة التي قد تصل إلى عدة أشهر في حالة النيماتودا وإلى إمكانية تغيير الصفات الفيزيائية للتربة ودرجة خصوبتها.

10- اتباع طرائق فنية وأسس علمية عند تقليم أشجار الفاكهة:

عند إجراء التقليم لأشجار الفاكهة لا بد من التقيد ببعض الشروط لضمان الحد من الإصابة بكثير من الآفات، ومن الإجراءات الوقائية المتبعة في أثناء تنفيذ عملية التقليم وبعدها:

- البدء بتقليم الأشجار السليمة أولاً ثم المشكوك بإصابتها وأخيراً الأشجار المصابة لتفادي نقل المسبب المرضي من الأشجار المصابة إلى الأشجار السليمة.

- تعقيم أدوات التقليم بالكحول أو ماء جافيل / هيبوكلوريت الصوديوم / وخاصة عند الانتقال من شجرة لأخرى.

- دهن أماكن التقليم بمادة كيميائية معقمة مثل مزيج بوردو أو أحد مشتقات النحاس وخاصة أوكسي كلور النحاس.

11- إتباع طرائق صحيحة في جمع المحصول وتخزينه:

لتفادي إصابة الثمار والمحاصيل الأخرى من الإصابة بالآفات بعد جني المحصول يمكن التقيد بالإجراءات الآتية:

- جمع المحصول في الموعد المناسب من حيث النضج ودرجة الرطوبة.

- عدم جرح الثمار أو البذور في أثناء جمعها ونقلها.

- تجفيف المحصول لدرجة مناسبة قبل تخزينه لأن الرطوبة المرتفعة تساعد على زيادة الإصابة بالأمراض الفطرية والبكتيرية.

- تخزين المحصول في مخازن جيدة التهوية ذات مواصفات ملائمة للتخزين وخاصة الرطوبة والحرارة.

- تعقيم مستودعات التخزين بعد تفريغها لتكون جاهزة لدفعة أخرى من التخزين.

طرق المكافحة الوقائية غير الزراعية

I - المكافحة التشريعية أو الحجر الزراعي Legislative Control and Plant Quarantine:

إن التطور الكبير في وسائل الاتصال والنقل وازدهار التجارة في أواخر القرن العشرين وازدياد تبادل المحاصيل الزراعية وكذلك إدخال زراعات جديدة في كثير من البلدان لعب دوراً كبيراً في نشر العديد من الآفات الزراعية في مناطق لم تكن موجودة بها سابقاً.

لقد وجدت الكثير من الدول نفسها أمام أوبئة زراعية لا عهد لها بها سابقاً ووجد أن بعض الحشرات والأمراض التي تصيب محاصيلها الزراعية تشكل خطراً داهماً على قوت شعوبها وتنازعها لقمة العيش وتأكد بأن الأوبئة من طاعون وكوليرا وسواها والتي تفرض ضدها قيوداً محكمة من الحجر الصحي البشري ليست بأشد خطراً على حياة الشعب من تلك الآفات الزراعية التي تصيب المزروعات وتسلبها قوت حياتها. وبذلك أخذ الجميع يشعرون بوجوب فرض قيود للحجر الزراعي على المحاصيل الزراعية لكل بلد.

1 – تعريف الحجر الزراعي وأهميته:

هو مجموع التشريعات والنظم التي تتحكم في نقل المواد الزراعية بقصد منع أو تأخير دخول الآفات الزراعية إلى مناطق ما زالت خالية منها.

أو جميع الطرق والوسائل المتبعة لحماية النبات من إصابة الآفات من خلال القوانين والتشريعات التي تشكل أساساً لازماً لخلو الإرساليات الزراعية الواردة والصادرة من الآفات الزراعية المختلفة التي تشكل تهديداً للاقتصاد والإنتاج الزراعي.

بدأ المهتمون بالزراعة بنشر الآفات الزراعية في أثناء محاولاتهم إدخال أصناف نباتية جديدة للنهوض بالإنتاج الزراعي (أدخلت فراشة جادوب السنديان إلى أمريكا من أوربا عام 1869 بغية استغلالها في إنتاج الحرير فتسربت بعض هذه الفراشات من المختبر إلى الحقول المجاورة وتطورت بسرعة وشكلت آفة رئيسية، انتقلت أمراض البياض الدقيقي والبياض الزغبي من أوروبا إلى أمريكا، كما دخلت حشرة الفيلوكسيرا من أمريكا إلى فرنسا عام 1865 وأدت إلى انقراض نسبة كبيرة من كروم العنب، أدى استيراد بذار البطاطا من البيرو إلى إيرلندا عام 1842 بكارثة على محصول البطاطا بسبب انتقال مرض اللفحة المتأخرة)

تعود إجراءات تطبيق الحجر الزراعي إلى عام 1873 حيث وضعت تشريعات لوقاية الكرمة من حشرة الفيلوكسيرا، وفي عام 1875 صدر أول قانون في ألمانيا يحظر استيراد البطاطا من أمريكا، أما هولندا فقد أنشأت مصلحة خاصة لمراقبة صادراتها وارداتها الزراعية من الوجهة الصحيحة عام 1900.

اتسع نطاق الاهتمام بالحجر الزراعي عالمياً وأشرفت منظمة الأغذية والزراعة (FAO) على تنفيذ بنودها تسعى لتوسيع أفق التعاون الدولي في مجال الحجر سواء بعقد المؤتمرات الدولية أو إصدار النشرات أو القيام بالأبحاث أو إرسال الخبراء أو ما سوى ذلك من أنواع النشاط الذي يخدم قضايا الحجر الزراعي في كل بلد.

يعد الحجر الزراعي خط الدفاع الأول لوقاية المزروعات لكل دولة فهو الوسيلة التي تحول دون تسرب الآفات الزراعية ويشكل أهم المكونات الوقائية لبرامج المكافحة المتكاملة.

تشكل الآفات الزراعية التي تمثل تهديداً مستمراً لإدارات الحجر الزراعي على المستوى العالمي قائمة بالغة الطول، ولكن ولحسن الحظ أن الكثير منها ما زال محصوراً في مناطق معزولة ولكنها تشكل مصدراً مستمراً يهدد بانتقالها إلى مناطق جديدة من العالم.

إن تنظيم شؤون الحجر الزراعي مهم جداً في سورية بسبب عوامل عديدة تجعل من بلدنا عرضةً لانتقال الآفات ومن أهمها مناخ القطر المعتدل، وموقع القطر على ملتقى الطرق التجارية، كثرة الدول المجاورة لسورية والمبادلات الزراعية النشطة معها وعدم وجود حدود جغرافية طبيعية بينه وبينها، وكذلك فإن التوسع الزراعي الأفقي والرأسي في القطر دعا إلى استيراد أنواع وأصناف نباتية عالية الإنتاج والجودة.

2- أسس الحجر الزراعي:

لا بد لتنظيم الحجر الزراعي من أن تتوفر له مجموعة من الأسس العلمية نذكر منها ما يلي:

- إجراء حصر عام للآفات الزراعية الموجودة في البلد وتحديد أماكن انتشارها والأضرار الاقتصادية التي تترتب على وجودها.

- إجراء حصر وتحديد للآفات الزراعية الموجودة في البلدان المجاورة وكذلك التي نستورد منها إرساليات زراعية، ويشمل هذا الحصر معرفة تاريخ حياة الآفات والعوامل التي تشجع تطورها وتحديد عوائلها والوسائل التي يمكن أن تنتقل معها.

- تحديد الآفات الزراعية التي يتوجب وضع برامج مكافحة لها واستئصالها بالكامل وتحديد الآفات التي يمكن مكافحتها دون الضرورة للتخلص النهائي منها وأخيراً تحديد الآفات عديمة الأهمية الاقتصادية فتترك وشأنها.

- معرفة السياسة الزراعية الحالية والمستقبلية في البلد وتحديد المحاصيل المهمة الموجودة والمحاصيل المرغوب بالتوسع في زراعتها وذلك لفرض القيود المناسبة التي تحول دون تسرب أية آفة جديدة قد تشكل خطراً بالنسبة لها.

- تأمين جهاز فني مزود بكافة الدراسات السابقة ويكون على صلة واطلاع بكل جديد من أخبار ظهور وانتشار الآفات الزراعية في شتى أنحاء العالم.

- تأمين التعاون الدولي في تبادل المعلومات الخاصة بالآفات الزراعية وبطبيعة توزعها الجغرافي.

- تطبيق عمليات المراقبة الزراعية الصحية للنباتات واتخاذ إجراءات المكافحة الفعالة بغرض إبادة الآفات الحديثة التسرب أو اتخاذ إجراءات العزل حولها لحين القضاء عليها بشكل تام.

3- إجراءات الحجر الزراعي:

- الحظر الكامل: ويقصد به المنع أو الاستبعاد الكلي لنباتات أو منتجات نباتية معينة قادمة من بلد تتفشى فيه أوبئة أو إصابة بآفات أو أمراض مدمرة تنتقل بواسطة تلك النباتات أو المنتجات النباتية ولا تتوفر معالجة فعالة عن طريق الحجر الزراعي.

- الحظر الجزئي: يمكن تطبيق هذا النوع من الحظر عندما تكون الآفة أو المرض ذو الأهمية الحجرية للبلد المستورد موجودة في مناطق محددة تماماً في البلد المصدر وعند وجود حجر زراعي داخلي فعال يستطيع احتواء الآفات داخل تلك المنطقة وعليه يمكن قبول النباتات من المناطق السليمة بالدولة المصدرة شريطة الالتزام بكافة الشروط الأخرى المقررة في إذن الاستيراد. ومن الطبيعي أن تكون الشحنة مصحوبة بشهادة صحية وأن تخضع للتفتيش عند وصولها وقد يطلب البلد المستورد أيضاً إجراء تفتيش حقلي قبل الاستيراد وقد يرسل أحد مسئولي الحجر الزراعي عنده للقيام بتفتيش حقلي للمنطقة التي يزرع فيها المحصول المراد استيراده.

- التفتيش والمعاملة في بلد المنشأ: لا بد في هذه الحالة من معاملة سلعة معينة وتفتيشها في مراكز الشحن، عندما يكون مصدرها دولة تنتشر فيها آفة أو مرض موجودان على قائمة الحجر الزراعي للدولة المستوردة. ولا بد من أن تكون الشحنة مصحوبة بشهادة صحية وأن تخضع للتفتيش بل ولمعاملة حجرية إضافية في مركز الوصول للدولة المستوردة إذا تمت ملاحظة أي عينة حية لآفة أو مرض.

- التفتيش والتصديق في بلد المنشأ: يطبق هذا النوع من الإجراءات السابقة للتصدير على نباتات أو منتجات نباتية محددة. ولا بد من إشراك بعض مسؤولي الحجر الزراعي في البلد المستورد في هذه العملية، وهذا يوفر حركة حرة ومأمونة للنباتات أو أجزائها ويسهل إدخال هذه المواد إلى البلد المستورد.

- التفتيش في مركز الدخول: ويكون هذا الإجراء بتفتيش المواد النباتية في مركز الدخول إذا كان ذلك ممكناً وعندما لا تخضع السلعة النباتية موضوع الاعتبار لمعاملة في بلد المنشأ وينتهي هذا الإجراء إلى الإفراج المباشر في حال التأكد من سلامة الشحنة، تعقيم أو تبخير أو إعادة أو إعدام الشحنات المصابة.

- حجر ما بعد الإدخال: غالباً ما يشكل إدخال مواد الإكثار النباتية وبخاصة الخضرية منها خطراً كبيراً من وجهة نظر الحجر الزراعي وعليه لا بد من التعامل مع هذه المواد تحت ظروف يتم التحكم فيها بعناية في محطة حجر وسيطة أو محطة لحجر ما بعد الدخول تعنى بزراعة مواد الإكثار أو الأصول الوراثية وفرزها في مناطق معزولة وتحت ظروف محكمة.

II - المكافحة البيئية للآفات (Ecological Control):

- تعريف: المكافحة البيئية: هي مجموعة من الإجراءات والتدخلات التي تهدف إلى تعديل العوامل البيئية (الفيزيائية والحيوية) في النظام الزراعي لجعلها غير مناسبة لتكاثر وانتشار الآفات، وذلك دون استخدام المبيدات الكيميائية أو التدخل المباشر. ولا تعد هذه الإجراءات من الأعمال الزراعية الدورية الاعتيادية للمزارعين، وهي تختلف عن المكافحة الحيوية (التي تعتمد على إدخال أعداء طبيعيين) بأنها تركز على تهيئة الظروف البيئية التي تقمع الآفة وتشجع أعداءها الطبيعيين الموجودين أصلاً في النظام.

تتميز المكافحة البيئية بأنها لا تسبب تلوثًا بيئيًا، ولا ضرراً على المدى الطويل، وهي آمنة للإنسان والحيوان والنحل والكائنات غير المستهدفة، ولا تنتج سلالات مقاومة للآفات، ويمكن دمجها مع المكافحة الحيوية والكيميائية (لتقليل الجرعات)، وهي غالبًا ما تكون ذات تكلفة منخفضة. إلا أنها بطيئة التأثير وتتطلب خبرات لتطبيقها. ومن أهم العوامل البيئية التي يمكن تعديلها:

1- العوامل المناخية Climatic factors: كالحرارة والرطوبة والضوء والرياح، إذ تهدف عمليات التشميس والتبريد لرفع أو خفض درجات الحرارة لقتل الأطوار الضعيفة من الآفات الزراعية، كما أن تعديل الرطوبة وتحسين التهوية يقيد انتشار الأمراض الفطرية، ويفيد استخدام المصائد الضوئية في جذب بالغات بعض الحشرات الضارة لتحديد الموعد المناسب للمكافحة، كما يفيد تعديل كثافة الزراعة للسماح للأشعة الضوئية بالوصول لجميع أجزاء النبات بالحد من أضرار الآفات الزراعية الفطرية، وتمنع زراعة مصدات الرياح في الحد من انتقال الآفات.

2- عوامل تربية النباتات Edaphic factors: يساهم تعديل العوامل غير الحيوية للتربة مثل الخصائص الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية في نمو وبنية وتوزيع الكائنات الحية، ومنها الكائنات الحية الضارة. إن تعديل نظم الري (التنقيط بدلاً من الرش مثلاً) يقلل من انتشار الآفات الأرضية والأمراض، كما أن تعديل حموضة التربة (pH) عن طريق إضافة جبس أو كبريت أو كلس يحسن من نمو النبات ويزيد مقاومته، ويشجع إضافة السماد العضوي أعداء الآفات الطبيعية في التربة.

3- العوامل البيولوجية:

- التنوع النباتي: يقصد به زراعة محاصيل متعددة، مصدات، أحزمة نباتية بهدف إيواء الأعداء الطبيعية للآفات.

- زراعة نباتات جاذبة أو طاردة للآفات: يمكن زراعة النباتات الجاذبة بجانب المحصول الرئيس ثم إتلافها لتقليل ضغط الآفة المستهدفة، ويمكن زراعة نباتات طاردة بين الخضار لمنع انتشار الآفة.

III - مكافحة الآفات باستخدام الحواجز الفيزيائية:

تستخدم هذه الطريقة قبل وصول الآفة إلى العائل. وهي عبارة عن استخدام الحواجز والأسلاك بأنواعها المختلفة والتي تمنع وصول الآفة إلى المحصول أو الحيوان الزراعي سواء كان ذلك في الحقل أو المخزن. ومن أهم الإجراءات المتبعة في هذا المجال نذكر:

1 – استخدام الأسلاك الشبكية والمناخل والناموسيات لمكافحة الكثير من الآفات التي تضر بصحة الإنسان وتزعجه ولحماية البيوت البلاستيكية من دخول الذبابة البيضاء الناقلة للأمراض الفيروسية.

2 – الإحاطة بالأسوار العالية الملساء عند بناء مستودعات التخزين وبخاصة مخازن الحبوب لمنع وصول القوارض والحشرات الزاحفة إليها.

3 – تعليب وتغليف ولف المنتجات النباتية والحيوانية يشكل حواجز لحمايتها من الآفات.

4 – استخدام الحواجز المكهربة في بعض الحالات لإبعاد ضرر الآفات.

5 – غمر أرجل خلايا النحل بزيت البترول وغيرها لمنع تسلق النمل.

6 – دهن جذوع الأشجار بمواد لزجة لإعاقة تسلق الحشرات وبخاصة النمل التي تنقل وتحافظ على حشرات المن.

IIV- المراقبة والإنذار المبكر:

هو نظام منهجي لجمع وتحليل المعلومات عن وجود وتطور الآفات الزراعية، بهدف الكشف المبكر عن الإصابة قبل أن تصل إلى المستويات الاقتصادية الضارة، وإصدار تحذيرات للمزارعين لاتخاذ إجراءات المكافحة في الوقت المناسب.

يهدف هذا النظام إلى:

- الكشف المبكر: اكتشاف الآفة في مراحلها الأولى قبل انتشارها.

- تحديد العتبة الاقتصادية: معرفة متى تصل أعداد الآفة إلى المستوى المسبب للخسارة.

- تحديد توقيت المكافحة: تحديد أفضل وقت لبدء المكافحة لتحقيق أعلى فعالية.

- الإنذار للمزارعين: إصدار تحذيرات وتوصيات للمزارعين في الوقت المناسب

أدوات المراقبة والإنذار المبكر:

1- المصائد: المصائد الفرمونية، المصائد الضوئية، المصائد اللاصقة الملونة، والمصائد الغذائية.

2- الفحص الحقلي: مسح منتظم للحقول وخاصةً حوافها حيث تتركز الإصابات.

3- النمذجة والتنبؤ: مثل حساب الوحدات الحرارية (Degree days) لتوقع ظهور الآفة، ربط بيانات الطقس (درجة حرارة، رطوبة، أمطار) بنشاط الآفة، استخدام برامج حاسوبية لمحاكاة تطور الآفة، واستخدام الذكاء الاصطناعي للتنبؤ بمواعيد ظهور الآفات.

4. التقنيات الحديثة: عن طريق المسح الجوي وتقنيات الاستشعار عن بعد للكشف عن انتشار الآفات.

طرق المكافحة العلاجية غير الكيميائية

أولاً ـ المكافحة الميكانيكية:

ما زالت تستخدم العديد من الطرائق الميكانيكية في مكافحة الآفات حسب نوع الآفة والبيئة المحيطة بها ومن هذه الطرق نذكر:

1- القتل المباشر للآفة: وتتم باستخدام أدوات بسيطة كما هو الحال عند استخدام أسلاك معدنية لقتل يرقات حفار ساق التفاح *zeuzera pyrina* في أنفاقها.

2- الجمع اليدوي: يمكن اللجوء إلى هذه الطريقة في حالة الآفات قليلة العدد أو المساحات المحدودة وعند توفر اليد العاملة وتعتبر طريقة ناجحة لتخفيف نسبة الإصابة بدودة ورق القطن من خلال جمع لطع البيض وإتلافها قبل فقسها، كما تتبع هذه الطريقة في جمع الرخويات كالحلزون في بساتين الحمضيات، أو بالغات الكابنودس من الحقول المصابة.

3- التعشيب: وتنفذ هذه العملية باليد أو بالأدوات البسيطة أو المحاريث للتخلص من الأعشاب الضارة، يجب جمع الأعشاب وحرقها للقضاء على المسببات المرضية والحشرات الموجودة عليها.

4- استخدام المصائد: وتخص الطيور والقوارض في الحقول، أو الحشرات حيث تستخدم المصائد الفورمونية والغذائية واللونية مع مراعاة توفر عدد مناسب من المصائد للمساحة المزروعة.

5- استعمال قوة الطرد المركزي: وتطبق في المطاحن ومستودعات التخزين للحبوب فالدوران السريع يسبب اصطدام الحشرات وموتها وهي طريقة فعالة للتخلص من حشرات المواد المخزونة.

6- الفصل الميكانيكي: وتنفذ باستخدام الغرابيل والمناخل ذوات الفتحات المختلفة لفصل الكثير من الآفات والديدان الخيطية التي تهاجم الحبوب، وكذلك بذور النباتات الغريبة وبذور الأعشاب الضارة عن بذور المحاصيل.

7- الجمع بالآلات: كجمع نطاطات الأعشاب واستخدامها كعلف للدواجن باستخدام آلات خاصة لذلك.

ثانياً ـ المكافحة الفيزيائية:

تعتمد أساليب المكافحة بالطرق الفيزيائية على استعمال المؤثرات الفيزيائية على الآفات الزراعية فتخفض من كثافة الآفة أو يتم استئصالها. يوجد بعض الصعوبات عند تطبيق هذه الطرق نذكر منها، الحاجة إلى فنيين اختصاصيين وتوفر تقنيات عالية بالإضافة إلى الإنفاق المالي الكبير في بعض الحالات، ومن أهم المؤثرات الفيزيائية التي يمكن أن تستخدم في هذا المجال، الحرارة والضوء والأشعة والأوكسجين والموجات الصوتية.

1- المكافحة باستخدام الحرارة: يمكن استخدام الحرارة المرتفعة والمنخفضة في مكافحة الآفات ومن أهم الطرق المعتمدة في التسخين والتبريد لقتل الآفات:

1-1- الهواء الساخن: يستعمل الهواء الساخن في معاملة المواد الزراعية المعدة للتخزين كالبطاطا والتبغ فيساعد في طرد الرطوبة الزائدة ويسرع في شفاء الجروح وبالتالي يمنع الإصابة ببعض الكائنات الممرضة. فعند معاملة درنات البطاطا الحلوة بهواء ساخن حرارته 28 – 32 مْ لمدة أسبوعين يلاحظ التئام الجروح ومنع الإصابة بالفطر *Rhizopus* sp. والبكتريا المسببة لمرض العفن الطري *Erwinia carotovora*. كما تستخدم طريقة الهواء الساخن على البصل والثوم لمكافحة مرض العفن الأسود المتسبب عن الفطر *Botrytis allii*. كما تستعمل هذه الطريقة في مكافحة حشرات المواد المخزونة وذلك برفع درجة حرارتها حتى الـ 72 مْ عن طريق تعريضها لتيارات هوائية ذات حرارة مرتفعة من 60 – 180 مْ خلال فترة زمنية لا تتجاوز الـ 20 ثانية ومن ثم تبريدها بتيارات هوائية ذات حرارة عادية 22 مْ.

1-2- الماء الساخن: استعمل الماء الساخن في مكافحة الأمراض النباتية منذ سنوات عديدة كما في مرض التفحم السائب على الحبوب النجيلية *Ustilago nuda*، حيث تستمر فترة المعاملة لمدة 11 دقيقة على درجة حرارة 52 مْ. كما يستفاد من المعاملة بالماء الساخن للتخلص من النيماتودا في أبصال نباتات الزينة المختلفة وفي جذور أصول الحمضيات وتستمر المعاملة للأبصال عند مكافحة النيماتودا لمدة 3 ساعات على حرارة 43 مْ.

1-3- الحرق المباشر باللهب: تتم عملية الحرق باللهب بواسطة جهاز قاذف اللهب لمكافحة بعض الآفات الزراعية، مثل مكافحة الأعشاب في البساتين والحقول قبل الزراعة. ويُفضل استخدام هذه التقنية كعلاج مبكر عند خروج الأعشاب من التربة وحجمها أقل من 5 سم، وتعد محاصيل الذرة والذرة الرفيعة من أكثر المحاصيل تحملاً للحرق باللهب عند حرق الأعشاب حولها، لأن نقطة نموها (Meristem) تقع تحت سطح التربة مما يحميها من الحرارة.

2- المكافحة باستخدام الضوء:

2-1- المصائد الضوئية: تستغل ظاهرة انجذاب الحشرات إلى الضوء في مجال الوقاية والمكافحة بواسطة مصائد ضوئية. إذ يمكن مكافحة الحشرات بتزويد المصائد الضوئية بأدوات تعمل على قتل الحشرات بعد انجذابها للضوء، ويتوقف نجاح استخدام المصائد الضوئية في مكافحة الحشرات على بعض العوامل أهمها مناسبة عدد المصائد لوحدة المساحة المعاملة، والكثافة المنخفضة للآفة الحشرية المستهدفة، وطول فترة الاستخدام وشمولية التطبيق لدى المزارعين في المنطقة.

2-2- المكافحة باستخدام الأشعة: تتأثر الآفات الزراعية المختلفة / حشرات – أكاروسات – أحياء دقيقة / بالأنواع العديدة من الأشعة وتموت عند المعاملة بها، تختلف الأشعة في خصائصها وقدرتها في حماية المحاصيل الزراعية ومن أهم أنواع الأشعة المستخدمة في مكافحة الآفات الزراعية:

- الأشعة بالموجات القصيرة (الأشعة المؤينة): تتضمن الاستخدام لأشعة (X) وأشعة غاما وتسبب هذه الأشعة العقم للحشرات إذا كانت الجرعات منخفضة، أما الجرعات المرتفعة فتسبب قتل الآفة بشكل فوري، تستخدم الأشعة المؤينة في مكافحة حشرات المواد المخزونة ومعاملة الأخشاب المصابة.

من مزايا استعمال الأشعة المؤينة قدرتها على الوصول إلى الحشرات داخل العبوات دون الحاجة لتفريغ المواد، ومن سلبياتها ضرورة الحاجة لأجهزة وتقنيات عالية وخبرة فنية، حدوث بعض التغيرات في طعم ورائحة المواد المعرضة للأشعة، وإمكانية تخريب الفيتامينات الذائبة في الدهون في المواد الغذائية، كما إن الجرعات العالية من الأشعة تضعف حيوية البذور وتقضي على رشيماتها وتمنع حدوث الإنبات عند الزراعة.

- الإشعاع بالموجات الميكروية: تطبق هذه الطريقة في مجال تعقيم الصناعات الغذائية الزراعية ويمكن استخدامها لتجفيف الحبوب وقتل الحشرات بآن واحد، وتختلف فترة تعريض الحبوب للأشعة حسب نوعها وحجم جزيئاتها ونوع الآفة الموجودة وطورها (بيضة، يرقة ، عذراء، حشرة كاملة).

- الأشعة تحت الحمراء: تستخدم لمعاملة الحبوب وقتل الحشرات الموجودة فيها.

- الأشعة المرئية: تستخدم في البيوت البلاستيكية والدفيئات الزجاجية لإطالة فترة الإنارة في أثناء فصل الشتاء فتؤدي إلى كسر طور السكون عند الحشرات فتخرج الآفات من سكونها وبالتالي نتخلص منها بطرق مختلفة.

3- المكافحة باستخدام الموجات الصوتية:

وهي ذات ترددات عالية تؤثر على الآفات كطريقة طاردة. يمكن إصدار أصوات بترددات معينة بواسطة مكبرات الصوت لطرد الطيور في أثناء إقلاع وهبوط الطائرات، كما استعملت هذه الطريقة في الحقول ضد الفئران والجرذان إذ تسبب نوبات الصرع عند الفئران والموت، أما الجرذان فتهرب من الحقول، كما يمكن استغلال هذه الظاهرة في إصدار أصوات جاذبة حيث يتم تسجيل طنين الإناث وعند بثها في الحقل تنجذب الذكور فتستقبل على شبكة معدنية مكهربة فتموت.

ثالثاً - المكافحة الذاتية والوراثية:

تقوم المكافحة الذاتية على أساس استخدام آفة ما للقضاء على نوعها الخاص، ويكون ذلك من خلال استغلال صفة وراثية خاصة أو إحداث خلل أو ضرر للمقدرة التكاثرية أو لإحدى الوظائف المهمة حيوياً لجزء من مجتمع الآفة ومن ثم إطلاق هذا الجزء الحامل لتلك الأضرار في المجتمع الطبيعي.

إن المقدرة على إحداث الضرر بالصفات الوراثية تؤدي بالنتيجة إلى إدخال مرض وراثي إلى مجتمع الآفة عن طريق أفراد النوع نفسه أو تؤدي إلى إفشال التوازن الداخلي لمجتمع الآفة من خلال إدخال تغيرات فسيولوجية أو سلوكية أو تركيبية قابلة للتوارث. فهي ترتكز على علم الهندسة الوراثية.

ترتكز هذه الطريقة على أساس إدخال أعداد كبيرة من الأفراد المتضررة وراثياً إلى المجتمع الطبيعي للآفة. وتكون هذه الأفراد المدخلة غير قادرة على إنتاج سلالات الأبناء مطلقاً أو تنتجها مع وجود نقص ما. إضافة إلى كونها تنافس الأفراد الطبيعية على التزاوج غير المثمر. ويتم الحصول على الأفراد المتضررة وراثياً عن طريق معاملات خاصة بالأشعة أو بالمعقمات الكيماوية.

إن أسلوب المكافحة الذاتية والوراثية ملائم أساساً لجميع المجموعات الحيوانية ولكنه لم يستخدم حتى الآن إلا عند الحشرات فقط لذلك سمي بتقنية الحشرة العقيمة وكون الذكور العقيمة هي الأكثر استخداماً فظهرت تقنية الذكور العقيمة.

يوجد طريقتان لإعجام الحشرات في هذا المجال وهما الأشعة والمعقمات الكيماوية:

- الإعقام بالأشعة: تهتم المكافحة الذاتية عند استخدام الأشعة لإعقام الحشرات في الجرعة المسببة للعقم والجرعة المؤدية إلى تثبيط الحيوانات المنوية وهي الحد الأدنى من كمية الأشعة الذي يسبب العقم دون أن يؤثر على طول حياة الحشرة أو على مقدرتها على التلقيح وطبقاً لهذا التعريف يمكن أن توجد حشرات ليست لها جرعة عقم محددة كون كمية الأشعة التي تحدث العقم تؤثر بنفس الوقت على طول حياة الحشرة وعلى سلوكها الجنسي.

إن إعقام حشرات ثنائية الأجنحة أكثر سهولة فيمكن استخدام جرعات منخفضة من أشعة (X) (2-15) كيلو رونتجن أما حشرات حرشفية الأجنحة فتحتاج إلى جرعات مرتفعة تتراوح بين (20-50) كيلو رونتجن وهذه الجرعة تسبب الكثير من الأضرار الجسمية والسلوكية.

من سلبيات طريقة الإعقام بالأشعة تأثيرها على فترة حياة الحشرة المعاملة حيث تؤدي إلى تقصير مدة الحياة، وتأثيرها السلبي على السلوك الجنسي فقد تنخفض رغبة الذكور في التزاوج، كما أن القدرة التنافسية للذكور المعقمة تنخفض بوضوح مع زيادة الجرعة إذ وجد أن ذكور ذبابة ثمار الزيتون المشعة تنهي مخزونها من الحيوانات المنوية بعد /9-11/ عملية إلقاح أما الذكور غير المشعة فتمكنت من الإلقاح بنجاح حتى /30/ مرة، وتؤثر سلبياً على استقبال وتحرير الفيرمونات عند الحشرات المعاملة وتتسبب بإحداث طفرات مميتة لعدد كبير من الحشرات المعاملة.

- المعقمات الكيماوية: هي عبارة عن مركبات كيميائية تستطيع أن تخفض أو توقف المقدرة التكاثرية لكائن حي وقد تكون متخصصة بإحداث العقم لدى الإناث فقط أو لدى الذكور فقط أو تكون عامة التأثير أي أنها تؤدي إلى إعقام الذكور والإناث بنفس الوقت. وقد يكون تأثيرها دائماً أو مؤقتاً.

تمتاز المعقمات الكيماوية عن الإشعاع بأنه يمكن تطبيقها في البيئة الأصلية، بينما الإعقام بالإشعاع يحتاج إلى تربية أعداد من الحشرات في المختبر وإطلاقها بعد أن يتم تعريضها للإشعاع، ولا تؤثر على المنافسة التزاوجية في حين يؤدي الإشعاع غالباً إلى خفض المنافسة التزاوجية للحشرات المعاملة ويؤثر سلباً على الخلايا الجسمية مما يؤدي إلى قتل الحشرات أو تقصير فترة حياتها، وبأنها قليلة التكلفة بالمقارنة بالإشعاع الذي يحتاج إلى تجهيزات باهظة الثمن.

وبالرغم من هذه الإيجابيات في استخدام المعقمات الكيماوية تقابلها بعض السلبيات التي تجعل استخدامها حتى مع الحرص الشديد والإشراف الدقيق فإنها تسبب أضرار جسيمة على الإنسان والبيئة في الكثير من الحالات وذلك كونها تحدث طفرات وراثية قوية ولها تأثير مسرطن على الإنسان والحيوانات الراقية.

أهم مجاميع المعقمات الكيماوية ناقلات الألكيل التي تعمل تؤثر في بعض مكونات الخلية الهامة من DNA، RNA والبروتين فتمنع استخدام هذه المواد في تكاثر الحشرة وهذه العملية غير عكسية وتؤثر على كلا الجنسين وهي شديدة التأثير وغير متخصصة، ومضادات الاستقلاب التي تتدخل في تركيب المادة الوراثية وتعمل على عقم الإناث بشكل أفضل من الذكور حيث تتدخل في آليات مختلفة لتمنع تكون البيض في المبيض، ومركبات القصدير ثلاثية الفينول التي تحدث عقماً مؤقتاً في إناث الحشرات يزول عند إبعادها عنها، كما تسبب عقماً في الذكور ولكن بجرعات أكبر، ومشتقات اليوريا والثيوريا التي تسبب عقماً للإناث، وبعض المركبات الطبيعية مثل القلويدات الموجودة في المملكة النباتية من الكولشيسين والمركب الأهم هو Dimethylhydrochinon – 2.6 الموجود في نبات البازلاء الذي يسبب إعقام الذبابة المنزلية، وكذلك مركب الأزيدراختين الموجـودة فـي شجرة الأزدرخت.

رابعاً- المكافحة باعتماد الأصناف النباتية المقاومة:

ظهرت أهمية الاعتماد على الأصناف النباتية المقاومة في مكافحة الآفات بعد التعرف على الأخطار الناتجة عن استعمال المبيدات إضافة إلى المزايا العديدة التي تتمتع بها هذه الطريقة وأهمها سهولة تطبيقها زراعياً، الأمان على البيئة والتوازن البيئي، وتوفير كلفة المكافحة بالمبيدات كما وتشكل حل جذري لمكافحة الأمراض الصعبة كالفطريات الوعائية حيث لا يمكن استئصالها بالمبيدات بشكل كامل. وهي ذات كفاءة اقتصادية عالية حيث ظهر أن جميع طرق المكافحة لأمراض الأصداء وتعفن الجذور غير اقتصادية ما عدا طريقة الاعتماد على الأصناف المقاومة.

إن كل نبات معرض لمهاجمة العديد من الآفات المختلفة (حشرات، فطريات، بكتريا، نيماتودا، فيروسات)، وتتفاوت شدة الإصابة بين نبات وآخر ويمكن أن تبقى بعض النباتات سليمة ومنتجة بشكل جيد من خلال قدرتها على أن تدافع عن نفسها ضد هجمات الآفات المختلفة بوسائل عديدة ويطلق عليها نباتات مقاومة أو متحملة. ويكون النبات مقاوماً للآفة إذا كان أقل حساسيةً Less susceptible أو أكثر تحملاً more tolerant أو مقاوماً للإصابة بالآفة Resistant عند مقارنتها مع نباتات حساسة susceptible.

إن التعبير عن صفة المقاومة لا يكون بشكل مطلق ولكن يكون من خلال مقارنة أصناف مقاومة مع أصناف أخرى حساسيتها عالية للإصابة بالآفة وبشكل عام تتوزع الأصناف النباتية ضمن المستويات التالية للمقاومة:

1- المناعة Immunity: وهي صفة الأصناف النباتية القادرة على مقاومة الآفة بدون حدوث أضرار تذكر، علماً بأن الآفة قادرة على إصابة أصناف أخرى وإحداث الضرر لها.

2- المقاومة Resistance: وهي صفة الأصناف النباتية القادرة على مقاومة الآفة مع الإصابة بأضرار طفيفة وغير اقتصادية وتقسم المقاومة بحسب الأضرار الواقعة إلى مقاومة عالية ومتوسطة ومنخفضة.

3- التحمل Tolerance: وهي صفة الأصناف النباتية القادرة على تحمل الإصابة بالآفة دون حدوث أضرار كبيرة وهي صفة لا تورث ويفقدها النبات بسرعة على عكس المناعة والمقاومة.

4- الحساسية Susceptibility: وهي صفة الأصناف النباتية التي تتعرض لأضرار وخسائر كبيرة عند الإصابة بالآفة وقد يموت النبات.

5- المقاومة الكاذبة Pseudo resistance: وتختلف عن المقاومة الحقيقية بكونها ظاهرية وتابعة لصفات عابرة عند نباتات ذات حساسية كامنة وهي لا تورث للأجيال اللاحقة وتعود إلى:

أ- الظروف البيئية السائدة أثناء حدوث العدوى بالآفة ومثال ذلك الأصناف مبكرة النضج.

ب- عمليات الخدمة المقدمة للنباتات من ري وتسميد التي تجعله أكثر قدرة على مواجهة الآفة وترميم نفسه عند حدوث الإصابة.

بالرغم من اكتشاف أصناف نباتية مقاومة للحشرات لأول مرة منذ أكثر من 200 عام إلا أن فرصة الحصول على أصناف مقاومة للأمراض هي أكبر بكثير وهذا يعلل قلة عدد الأصناف النباتية المقاومة للحشرات.

إن تأثيرات النباتات المقاومة على الحشرات يمكن أن تظهر على شكل عدم التفضيل (antixenosis) عندما يعمل النبات بوصفه عائلاً فقيراً لا يلبي الاحتياجات الغذائية للآفة الحشرية، وبالتالي تختار الآفة الحشرية عائلاً نباتياً بديلاً. أو على شكل تضاد حيوي (Antibiosis) في الحالة التي تتأثر فيها حياتية الآفة الحشرية بشكل لا يمكنها من استكمال دورة حياتها. وعندما تمنح الصفات الوراثية للنباتات نفسها القدرة على المقاومة أو الترميم وإعادة البناء بسبب أضرار الآفة الحشرية، في مثل هذه الحال يقال عن هذه النباتات أنها متحملة (Tolerance).

آليات مقاومة النبات للآفات المختلفة:

إن مقاومة النبات للآفات تكون من خلال اعتمادها على صفات تركيبية أو شكلية تشكل حاجزاً دفاعياً أو عن طريق التفاعلات الكيميائية التي تحرر مواد سامة تقضي على الآفة. ولدراسة هذه الآلية تم تبويب الوسائل الدفاعية المختلفة لدى النبات المقاوم وفق الآتي:

أ- تركيبات دفاعية طبيعية:

- تمنع الطبقة الشمعية التي تغطي سطح الأوراق تجمع الماء وتوفير الرطوبة الكافية لإنتاش الأبواغ الفطرية. كما هو الحال في أوراق الملفوف.

- إن وجود أو غياب الشعيرات والأوبار على سطح النبات قد يؤثر بشكل سلبي أو إيجابي على الإصابة بالآفات. سلبي من خلال إعاقة عمل الأعداء الطبيعية أو إيجابي من خلال زيادة المقاومة، وبذلك تقي الشعيرات الكثيفة على بعض الأصناف من إصابة الحشرات عن طريق إعاقة التغذية وزيادة موت البالغات بينما تكون الأصناف الملساء عرضةً للإصابة. بالمقابل تعيق الشعيرات الكثيفة حركة المفترسات، مما يقلل من قدرتها على مهاجمة عوائلها المختبئة.

- إن لسماكة وقساوة الجدر الخلوية دور في زيادة مقاومة النبات لبعض الكائنات الممرضة والحشرات، إذ تعمل الجدران الخلوية السميكة والمصلبة كحاجز صلب يمنع اختراق أجزاء فم الحشرات الثاقبة الماصة للوصول إلى الخلايا الوعائية، وتغذية اليرقات والحشرات القارضة على الأنسجة الداخلية للنبات، وكذلك اختراق الهيفات الفطرية وامتصاصها لخلايا النبات.

- لوحظ وجود استجابة لونية عند الحشرات بتفضيل لون أو عدم تفضيله، مما ينعكس على حساسية أو مقاومة النبات للإصابة. إذ إن قدرة الحشرات على التمييز بين الألوان تُعد عاملاً رئيسيًا في تحديد النباتات التي ستُصاب، وتُشكل أساسًا لفهم ظاهرة عدم التفضيل في النباتات المقاومة. هذا يعني أن بعض الأصناف النباتية تقاوم الإصابة ليس لأنها تقتل الحشرة، بل لأن الحشرة نفسها "لا تفضلها" ولا تستقر عليها لتتغذى أو تضع البيض. إن الاستخدام التجاري للمصائد اللاصقة الملونة يُعد دليلاً عمليًا قاطعًا على هذه الظاهرة.

ب- تركيبات دفاعية بعد حدوث الإصابة:

تختلف التركيبات الدفاعية التي يشكلها النبات لمقاومة الآفة بعد حدوث الإصابة بحسب النبات والآفة المهاجمة ونذكر منها تكوين طبقة فلينية، أو تكوين طبقة انفصال لإبعاد الكائن الممرض، أو تكوين التايلوزات وهي عبارة عن نموات ناتجة من الخلايا البرانشيمية الحية المجاورة للأوعية الخشبية وتتكون أثناء مهاجمة معظم الكائنات الممرضة للأوعية الناقلة وتتوضع ضمنها عن طريق الثقوب فتستطيع أن تغلق الأوعية الناقلة بالكامل وتعيق تقدم الكائن الممرض وتجعل النبات مقاوماً للإصابة المرضية علماً بأنها لا تعيق انتقال الماء والمواد الغذائية، أو إعاقة انتشار الكائن الممرض عن طريق تكوين الصموغ.

ت- وسائل الدفاع الكيميائية:

وهي قدرة النبات على إنتاج مواد كيميائية سامة للآفات موجودة قبل حدوث الإصابة أو يفرزها النبات بعد حدوثها، وتختلف النباتات عن بعضها في سرعة معدل تركيب المواد الكيميائية وإنتاجها، وهذا ينعكس على حساسية النبات أو مقاومته للإصابة، كما يختلف الصنف النباتي نفسه حسب السلالة المرضية ودرجة شراستها.

تُعد الدفاعات الكيميائية من أكثر آليات المقاومة تطوراً وفعالية في النباتات. فبدلاً من الفرار من أعدائها، طوّرت النباتات ترسانة كيميائية هائلة من المستقلبات الثانوية التي تمنع الحشرات من الاقتراب، أو تردعها عن التغذية، أو تصيبها بالمرض والموت.

ينتج النبات آلاف المركبات، لكن أربع مجموعات رئيسية تشكل العمود الفقري للدفاع الكيميائي:

- القلويدات (Alkaloids): من أقوى السموم العصبية في الطبيعة، تحتوي على النيتروجين وتتميز بمرارتها الشديدة ومن أمثلتها النيكوتين الطارد القوي لليرقات والمن.

- التربينات (Terpenoids) المسؤولة عن الروائح العطرية مثل الزيوت العطرية للنعناع (المنثول) الطارد القوي للحشرات كالذبابة البيضاء والبعوض.

- الفينولات والفلافونويد (Phenolics): تحتوي أوراق الكرز والبقدونس على مركبات فينولية تمنع اليرقات من إكمال دورة حياتها.

- السكريات الأسيلية (Acylsugars): مركبات لزجة فريدة تفرزها الشعيرات الغدية لبعض النباتات تعيق حركة الحشرات وتسبب موتها.

إن طبيعة العلاقة الموجودة بين النبات والآفة تتحدد بعدد من المورثات وقد تكون العلاقة ضعيفة ومتخصصة حيث لا يستطيع الكائن الممرض إصابة سوى صنف واحد من النبات أو تكون العلاقة غير متخصصة وبهذه الحالة يستطيع النبات العائل مقاومة جميع سلالات الكائن الممرض وتتطلب عملية انتخاب الأصناف المقاومة وضع مخطط تجريبي لتقدير نسبة المقاومة.

قد يكون للظروف البيئية أثر كبير على طبيعة العلاقة القائمة بين النبات العائل والكائن الممرض مما يؤدي إلى تبديل درجة تحمل النبات للآفة، وقد لوحظ عند استخدام الأصناف المقاومة للآفات تدهور صفة المقاومة بعد سنوات قليلة من بدء الزراعة.

خامساً ـ المكافحة الحيوية:

هي استخدام أو تشجيع الأعداء الحيوية (مفترسات، طفيليات، ممرضات) بهدف القضاء على الآفات أو المحافظة على مجتمعات تلك الآفات تحت مستوى الحد الاقتصادي الحرج ويشمل مجالها الدراسة والإكثار والصيانة والاستيراد والتشجيع للأعداء الحيوية لتنظيم مجتمعات الآفات الزراعية المختلفة.

1- المكافحة الحيوية باستخدام الطفيليات والمفترسات:

التطفل هو ظاهرة حيوية معقدة يتم فيها بناء علاقة بين كائنين حيين يعيش أحدهما وهو الطفيل على حساب الآخر وهو العائل وذلك بصورة دائمة أو مؤقتة. أما الافتراس فيقصد به مهاجمة كائن حي يدعى المفترس لكائن حي آخر يسمى الفريسة بهدف التغذية عليه، ويمكن لطور نمو أو أكثر للمفترس مهاجمة طور نمو أو أكثر للفريسة ضمن عملية الافتراس التي تنتهي بقتل الفريسة. يمكن تمييز حالات متعددة من التطفل:

- حسب مكان حدوثه: تطفل خارجي إذ توضع بيوض الطفيل على جسم العائل و بعد خروج اليرقات الفاقسة تتغذى على العائل من الخارج، وتطفل داخلي وفيه يتغذى، وينمو الطفيل داخل جسم عائله وتقضي جميع الطفيليات الداخلية من الحشرات كل حياتها اليرقية غالباً داخل العائل، وقد تغادره عند اكتمال النمو اليرقي لتتحول خارجه إلى عذارى، أو قبيل اكتمال هذا النمو لتقضي اليرقة الطفيلية فترة من التطفل الخارجي على العائل قبل أن تتحول إلى عذراء.

- حسب طور العائل: طفيليات بيوض يضع الطفيل بيضة في هذه الحالة داخل بيض العائل، وطفيليات يرقات وطفيليات عذارى وطفيليات أطوار كاملة.

عند اختيار الطفيلات لإعداد برامج المكافحة الحيوية للآفات يجب أن نأخذ باعتبارنا النقاط التالية:

1- ألا يكون للطفيل أي ضرر للنباتات الاقتصادية وأن يتغذى على عائله فقط.

2- ألا يتطفل على طفيليات أخرى نافعة أو على أحياء أخرى غير ضارة تسبب تجنبه مهاجمة الآفة الهدف من المكافحة.

3- أن يتخصص بمهاجمة الآفة الهدف والتطفل عليها وأن يتوفر له عوائل ثانوية أخرى يهاجمها عند غياب عائله الأساسي (الآفة).

4- أن يتمكن من تمييز العائل المناسب عن غير المناسب وأن يضع البيض في الزمان والمكان المناسبين.

5- وجود تزامن بين الطفيل وعائله من حيث عدد الأجيال وتوقيت مرحلة البيات. أساس لنجاح برامج المكافحة الحيوية.

2- المكافحة الحيوية باستخدام الممرضات الحشرية والمكافحة الميكروبية:

تصاب الحشرات بالعديد من الكائنات الممرضة كالبكتريا والفطريات والفيروسات والأوليات، وتعرف المكافحة الميكروبية أو المكروبيولوجية للآفات بأنها تشجيع واستخدام الكائنات الحية الدقيقة (ضمناً الفيروسات) بهدف التنظيم أو القضاء على مجتمعات الآفات وتعتبر المكافحة المكروبيولوجية تطبيقاً عملياً لما يسمى بعلم أمراض الحشرات.

أولاً: البكتريا الممرضة للحشرات:

تعد أنواع عائلة Bacillaceae الأكثر أهميةً في مجال مكافحة الآفات ومن أهمها النوع *Bacillus thuringiensis*. ويوجد العديد من المستحضرات التجارية الحاوية على جراثيمه وبلوراته. ويتميز هذا النوع بوجود ثلاثة أنماط إمراضية هي:

- نمط (A) متخصص بإصابة حشرات حرشفية الأجنحة ويضم أغلب تحت الأنواع المعروفة حتى الآن وأهمها *B. thuringiensis* subsp. *Kurstaki* ، *B. thuringiensis* subsp. *Thuringiensis*. وتحتوي غالبية المستحضرات التجارية البكتيرية المسوقة حالياً النوع الأول.

- نمط (B) متخصص بإصابة يرقات البعوض.

- نمط (c) متخصص بإصابة أنواع غمدية الأجنحة.

تعمل البكتريا الممرضة للحشرات كسموم معدية فيجب أن تتناول اليرقات الجراثيم مع الطعام، وتصنع المستحضرات التجارية للبكتريا غالباً على شكل مسحوق يحتوي جراثيم وبللورات التوكسين السامة.

غالباً ما تستخدم المستحضرات البكتيرية لمكافحة يرقات حرشفية الأجنحة ويشترط لنجاح استخدامها أن تكون درجة الحرارة أعلى من 20مْ. وتوزع محاليل الرش بالمرشات العادية بتراكيز تتراوح بين 0.01-0.5% بحسب تركيز الجراثيم والتوكسين في المستحضرات وحساسية الحشرة الهدف والطور اليرقي المعامل والحرارة السائدة. وتعد حشرات فصلية Pieridae أكثر حساسيةً وحشرات فصلية Noctuidae أقلها حساسية للمستحضرات البكتيرية.

يمكن تقوية فاعلية المستحضرات البكتيرية بمزجها بجرعات تحت مميتة من المبيدات الأخرى أو بإضافة الجاذبات أو المحفزات إلى مستحضراتها.

ثانياً: الفيروسات الممرضة للحشرات:

تتميز معظم الفيروسات الممرضة للحشرات بالنوعية والتخصص وقد توجد بحالة كامنه داخل جسم العائل ولا تسبب له أي ضرر إلا إذا تزامن ظهور شروط معينة ترتبط بالعائل والبيئة فتتحول الإصابة إلى وباء لمجتمع العائل.

تتم العدوى بالفيروسات الممرضة للحشرات عن طريق الفم عند تناول غذاء ملوث أو عند قرضها أثناء الفقس غلاف البيضة الملوثة بفيروس أصيبت به الأم أو بفيروس قد لوث مكان وضع البيض. وقد تتم العدوى بدخول الفيروس جسم الحشرة من خلال فتحاتها التنفسية، كما وتلعب الطفيليات والمفترسات الحشرية دوراً ملحوظاً في نقل الفيروسات من حشرات مصابة إلى أخرى سليمة.

الاستخدام الحقلي للفيروسات الممرضة للحشرات يكون تحضيرها بأشكال تجارية جاهزة للتوزيع بالمرشات العادية أو بالطائرات، ويوجد حالياً العديد من هذه المستحضرات في الأسواق العالمية متخصصة بمكافحة دودة لوز القطن الأمريكية وجادوب العذر ودودة ثمار التفاح.

ثالثاً-الفطريات الممرضة للحشرات:

تنشأ الأمراض الفطرية للحشرات من أنواع فطرية تنتمي إلى مراتب تقسيمية مختلفة وأهمها في مجال المكافحة الحيوية الأنواع التي تتبع الفطريات الناقصة Deuteromycetes وتعود إلى الأجناس التالية:

Nomuraea, Beauveria, Culicinomyces, Hirsutella, Metarhizium, Verticillium, .Paecilomyces, Tolypocladium, Ashersonia

تتم عدوى الحشرات بالفطريات الممرضة بواسطة جراثيم كونيدية Conidiospores أو جراثيم اسبورانجية (Zoospores) وبالتصاق الجرثومة بجدار جسم العائل، أو جرح على هذا الجدار تبدأ الإصابة الفطرية، وتنتج حالياً مستحضرات تجارية تحتوي أبواغ الفطريات الممرضة للحشرات وترش بالوسائل التقليدية لمكافحة الكثير من الآفات الحشرية مثل مستحضر Boverin الذي يحتوي على أبواغ *Beauveria bassiana* ويستخدم لمكافحة الكثير من حشرات متشابهة وحرشفية الأجنحة، (Vertalec) و (Mycotal) ويحتويان على أبواغ الفطر *V.lecanii* ويستخدمان لمكافحة المن والذباب الأبيض والتربس في الزراعات المحمية.

إن استخدام الفطريات الممرضة للحشرات في مجال المكافحة التطبيقي محفوف بالعديد من الصعوبات نذكر منها:

1- يرتبط نجاح استخدامها بتوفير ظروف مناخية ملائمة من حرارة ورطوبة فقد أكدت الدراسات أن درجات الحرارة 20-30 مْ يمكن أن تشكل المدى الحراري للفطريات الممرضة للحشرات. كما وتلعب الرطوبة النسبية العالية دوراً هاماً في صالح نمو وإنبات الجراثيم المعدية.

2- عدم وضوح التأثيرات الجانبية للعديد من الأنواع الفطرية على ذوي الدم الحار.

3- وجود تأثيرات سلبية للمبيدات الفطرية المستخدمة في وقاية المزروعات على الممرضات الفطرية الحشرية.

4- عدم توفر تقنية الإنتاج الضخمة للمستحضرات التجارية للفطريات الممرضة للحشرات.